

CTH 10

# L'amélioration du cotonnier en Côte d'Ivoire par sélection massale pedigreee

S. GOEBEL<sup>1</sup>, B. HAU<sup>2</sup>,  
J. SCHWENDIMAN<sup>3</sup>

## RÉSUMÉ

Le matériel qui a servi de point de départ à l'amélioration du cotonnier en Côte d'Ivoire a pour origine un triple hybride *G. hirsutum* × *G. arboreum* × *G. raimondii* (de sigle HAR). L'article traite de la méthode dénommée sélection massale pedigreee utilisée depuis 1960 sur les descendants HAR. Sa réalisation pratique est décrite ainsi que les conditions qui doivent garantir son efficacité (maintien de la variabilité, modalités du choix de souche). Deux populations ont simultanément été observées : l'une, HAR × Allen est à la base des variétés 442-2, L 299-10 et T 120-7, l'autre, HAR × 442-2 a permis la création de L 231-24 et L 142-9.

Ces variétés ont toutes été diffusées en Côte-d'Ivoire ou dans d'autres pays africains. L'évolution des populations est suivie sur quinze années pour les principaux caractères agronomiques et technologiques, ainsi que pour les corrélations qui les lient.

Cette étude dégage des tendances faisant abstraction de variations annuelles parfois importantes et permet d'apprécier l'amélioration réelle due à la sélection. L'évolution de la variabilité, estimée par le calcul annuel de l'héritabilité, montre qu'elle est encore suffisante pour la majorité des caractères, à l'exception de l'uniformité en longueur et de l'allongement de la fibre.

L'utilisation comme témoins de référence, des variétés Allen 333-57, 444-2 et L 299-10, met en évidence qu'elles subissent au cours des générations successives une dégradation de certains caractères, tels rendement à l'égrenage et ténacité. Les causes possibles de ce phénomène et ses implications, tant économiques que sur l'appréciation de l'efficacité de la méthode de sélection, sont discutées. Les possibilités de nouvelles créations variétales sont examinées : il faut désormais recourir à des méthodes plus élaborées, notamment pour améliorer la productivité. Pour pallier certaines pertes de variabilité ou répondre à de nouvelles orientations des programmes, une population de réserve vient d'être constituée.

Les conditions de milieu spécifiques à la Côte d'Ivoire ont pendant longtemps régi un type de culture cotonnière basé sur l'espèce *Gossypium barbadense*, en raison de sa rusticité.

Cependant, l'amélioration progressive des techniques phytosanitaires a permis d'envisager le remplacement de cette espèce par *G. hirsutum*, qui s'est révélée d'emblée beaucoup plus productive. C'est ainsi qu'a été adoptée dans un premier temps, en 1960, la variété Allen 333-57, sélectionnée en Afrique et manifestant à l'époque un ensemble de caractères agronomiques et technologiques supérieurs à ceux des introductions étrangères, américaines notamment.

Parallèlement à cette action, la recherche de variétés améliorées pour la Côte d'Ivoire a été orientée,

non pas suivant la voie classique des croisements intraspécifiques, mais délibérément à partir d'un matériel issu d'hybridations interspécifiques, faisant appel à certaines espèces diploïdes cultivées ou sauvages, dont les génomes sont étroitement apparentés aux constituants de l'allotétraploïde *G. hirsutum*. Deux triples hybrides ont ainsi été réalisés, l'un avec *G. hirsutum*, *G. arboreum* et *G. raimondii* (de sigle HAR), l'autre avec *G. arboreum*, *G. thurberi* et *G. hirsutum* (ATH).

La fertilité de ces hybrides, faible à l'origine, a été progressivement rétablie par des rétrocroisements successifs sur des variétés de *G. hirsutum*, dont l'Allen (KAMMACHER, 1965). La descendance du matériel HAR s'étant ultérieurement révélée la plus intéressante, c'est la seule qui a finalement été retenue.

Chez les plantes à autogamie prépondérante comme le cotonnier, deux lignes de conduite, de principes opposés, peuvent présider au choix d'une stratégie d'amélioration : la création de lignées pures ou la réalisation de mélanges de lignées obtenues par sé-

<sup>1</sup> et <sup>2</sup>. Généticiens, station I.R.C.T. de Bouaké, Côte d'Ivoire.

<sup>3</sup>. Généticien, Centre de Recherches du G.E.R.D.A.T., Montpellier.

lection massale. Une méthode, dite sélection massale pedigree (HARLAND, 1949), réalise une synthèse entre ces deux tendances contradictoires.

Ce schéma autorisant d'éventuels échanges de gènes entre plantes, tout en gardant le principe de l'étude de la descendance, a été adopté pour l'exploitation des hybrides HAR: il permet de ne pas perdre trop rapidement la variabilité que ce matériel manifestait, tout en laissant la possibilité d'isoler assez vite des lignées homogènes. Ce mode de sélection a conduit

à la création des variétés 444-2, L 299-10, L 231-24 et L 142-9 qui sont passées au stade de la vulgarisation dans nombre de pays africains.

Après avoir exposé la méthode massale pedigree telle qu'elle est pratiquée en Côte d'Ivoire et les principales étapes de la sélection, nous nous proposons de décrire l'évolution de la population durant quinze années, de discuter de la stabilité des caractères chez les variétés diffusées, avant de conclure sur les nouvelles orientations données au programme d'amélioration.

## 1. SÉLECTION MASSALE PEDIGREE EN CÔTE D'IVOIRE

### A. Description de la méthode

La sélection massale pedigree consiste à effectuer un choix de plantes à l'intérieur d'une population en fécondation libre. La descendance de ces souches est mise en observation selon un dispositif statistique et constitue la population de lignées à l'intérieur desquelles s'effectuera une nouvelle sélection. Les meilleures lignées sont ensuite mélangées pour donner le noyau de multiplication de la variété commerciale.

Dans notre schéma d'amélioration, la population à l'étude se compose de 100 lignées de 60 plantes chacune, comparées dans un essai à trois répétitions selon un lattice  $10 \times 10$ .

Le premier stade de la sélection tient compte des observations effectuées durant le cycle, de l'importance de la floraison, de la précocité et de la production. L'élimination porte sur environ 70 % des composants de la population.

Dans un deuxième temps, les lignées conservées sont analysées plante par plante, pour l'ensemble des critères agronomiques et technologiques. Au stade ultime, le matériel finalement retenu est représenté par les cinq meilleures plantes des 20 meilleures lignées.

L'année suivante, les 100 individus ainsi choisis constitueront la base d'un nouveau cycle de sélection, et les descendance de chacune des 20 lignées parentales seront testées dans un microessai et comparées à plusieurs témoins: les variétés commerciales et deux bulks représentatifs des sélections de l'année et de l'année précédente.

Parallèlement à cette expérimentation, les 20 lignées retenues seront semées en mélange pour constituer éventuellement la nouvelle variété commerciale. Celle-ci portera le nom de l'ascendant dont la représentation est majoritaire, auquel s'adjoint le millésime de la vague de sélection (exemple: L 299-10-75). L'ensemble du dispositif est schématisé à la figure 1.

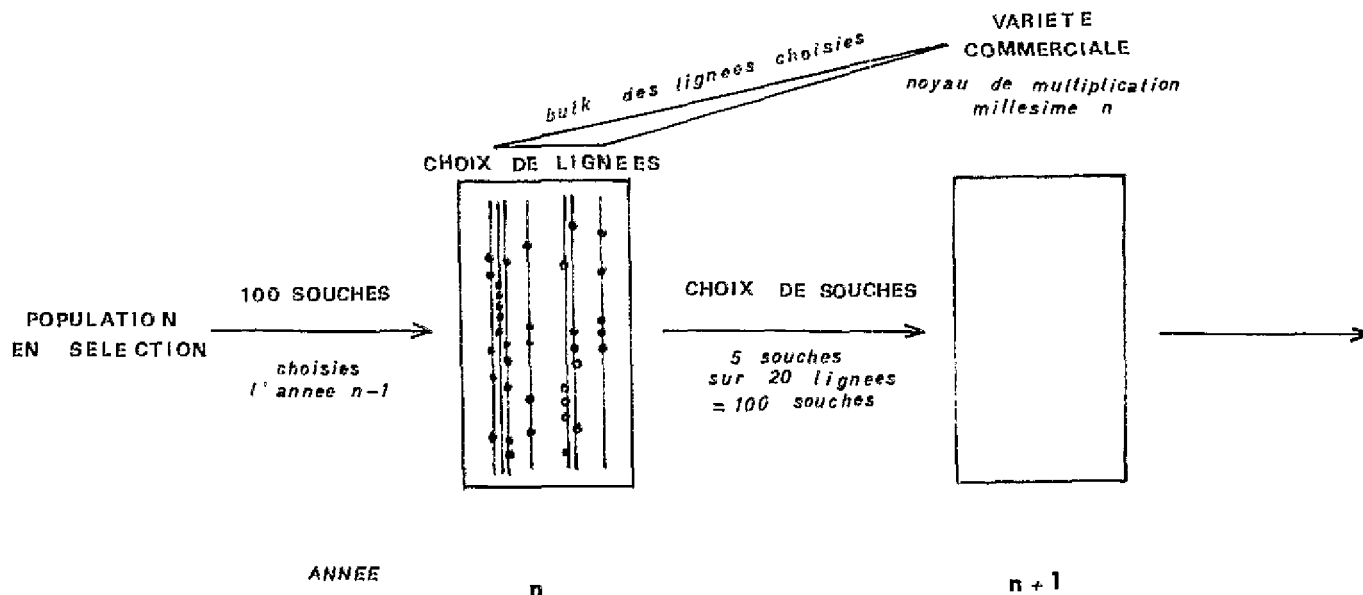


Fig. 1. — Schéma de la sélection pedigree massale en Côte d'Ivoire.

## B. Conditions d'efficacité de la méthode

La réalisation de progrès génétiques suppose une variabilité importante dans le matériel de départ, son maintien en cours de sélection et dépend des modalités du choix des lignées et des plantes.

### 1. La variabilité

La nature interspécifique du matériel laisse supposer, à l'origine, une variabilité importante, bien qu'après trois croisements de retour sur *G. hirsutum*, il soit difficile d'évaluer l'influence résiduelle des deux espèces diploïdes.

On peut penser que la méthode massale pedigree, qui s'attache à maintenir dans la population un degré d'hétérogénéité suffisant pour orienter à tout moment la sélection dans une direction donnée, a permis de ne pas dissiper trop rapidement le potentiel de la variabilité originelle. Cette méthode est évidemment favorisée par un taux de fécondation croisée relativement élevé. Malgré un taux d'allogamie faible à Bouaké, le calcul annuel de l'hérédité a permis de constater l'existence d'une variabilité satisfaisante, se traduisant suivant les pressions de sélection exercées par des évolutions positives appréciables. Pour *minime* qu'il soit, le taux d'allogamie doit jouer un rôle non négligeable : au milieu de lignées pratiquement en régime d'autofécondation, les plantes hybrides sont vraisemblablement avantageuses au moment du choix, par suite de phénomènes hétérotiques fréquemment constatés dans ce matériel (LEFORT et SCHWENDIMAN, 1974).

Les éventuels échanges de gènes entre plants et les recombinaisons qui en découlent, peuvent contribuer efficacement à l'aspect évolutif de la méthode et au maintien d'une variabilité encore importante après plusieurs années de sélection.

En dernier lieu, il est toujours possible d'introduire un matériel nouveau, si l'on juge que la population n'est plus suffisamment variable pour un ou plusieurs caractères.

### 2. Le choix des lignées et des plantes

L'amélioration cotonnière en Côte d'Ivoire doit tenir compte simultanément de plusieurs critères agronomiques et technologiques prioritaires. La sélection se heurte donc, non seulement au nombre de caractères à améliorer, mais aussi à leur interdépendance très souvent néfaste.

Ainsi, pour les 100 lignées de la population, l'analyse de la variance est effectuée chaque année sur les caractères essentiels. Le choix se porte sur les types moyens et évidemment supérieurs, plutôt que sur les types extrêmes mais affectés de corrélations inverses difficiles à surmonter.

Lors des analyses individuelles, il convient de s'efforcer de détecter, parmi les lignées choisies, les plantes réalisant les meilleures combinaisons susceptibles de minimiser les liaisons défavorables. Le

crible porte en premier lieu sur l'élimination des individus statistiquement inférieurs à la moyenne, la sélection finale se faisant dans la mesure du possible sur les plantes supérieures pour au moins une caractéristique.

A ce stade, il est difficile de discerner les influences respectives du génotype et de l'environnement dans la réalisation du phénotype, et certaines plantes retenues peuvent bénéficier d'une interaction favorable avec le milieu. Ces types, non conformes, seront éliminés lors de l'examen de leur descendance, l'année suivante. Le choix systématique de cinq plantes par lignée limite le risque de perdre un génotype intéressant.

## C. Les principales étapes de la création variétale en Côte d'Ivoire

Le triple hybride HAR a été recroisé deux fois, en 1956 et 1957, par des variétés américaines (Acala 442 et Acala 15-17 C) de *G. hirsutum*. Certaines des lignées obtenues ont subi un troisième croisement de retour, cette fois par Allen 333-57, variété africaine. Les descendances obtenues forment la population dite HAR  $\times$  Allen, dont proviennent les variétés commerciales 444-2 et L 299-10. D'autres lignées HAR n'ont pas été recroisées par Allen, mais suivies en sélection généalogique, en vue de l'obtention de qualités technologiques extrêmes. Les meilleures de ce point de vue, mais relativement faibles en production, ont fait l'objet d'un ou deux croisements par la variété 444-2, et la population obtenue a été intitulée HAR  $\times$  444-2.

La généalogie de ces deux groupes est représentée à la figure 2, ainsi que leur composition annuelle (la largeur des bandes sur le graphique est proportionnelle au nombre de lignées constitutives). Retraçons rapidement les principales étapes de l'évolution de ces deux populations.

### 1. Population HAR $\times$ Allen

L'évolution du matériel HAR  $\times$  Allen est relativement simple et conduit dès 1962 aux descendances de trois groupes essentiels : 444-2, 447-9 et 438-6.

De 1964 à 1968, la population est surtout constituée des descendants de 444-2. Le bulk annuel des lignées de ce groupe permet la diffusion successive des variétés 444-2-64 à 444-2-68, commercialisées en Côte d'Ivoire de 1969 jusqu'en 1975, en remplacement de l'Allen 333-57, apportant, par rapport à cette variété, un net avantage pour le rendement à l'égre-nage et la ténacité de la fibre.

L'amélioration nécessaire de l'indice micronaire a eu ensuite pour effet une réduction brutale des constituants de 444-2 au profit des descendants de 438-6 et de 447-9. Cependant, pour des problèmes agronomiques, 447-9 n'a jamais été diffusée en Côte d'Ivoire. Le groupe 438-6 a pris de plus en plus d'importance dans la population, grâce aux qualités

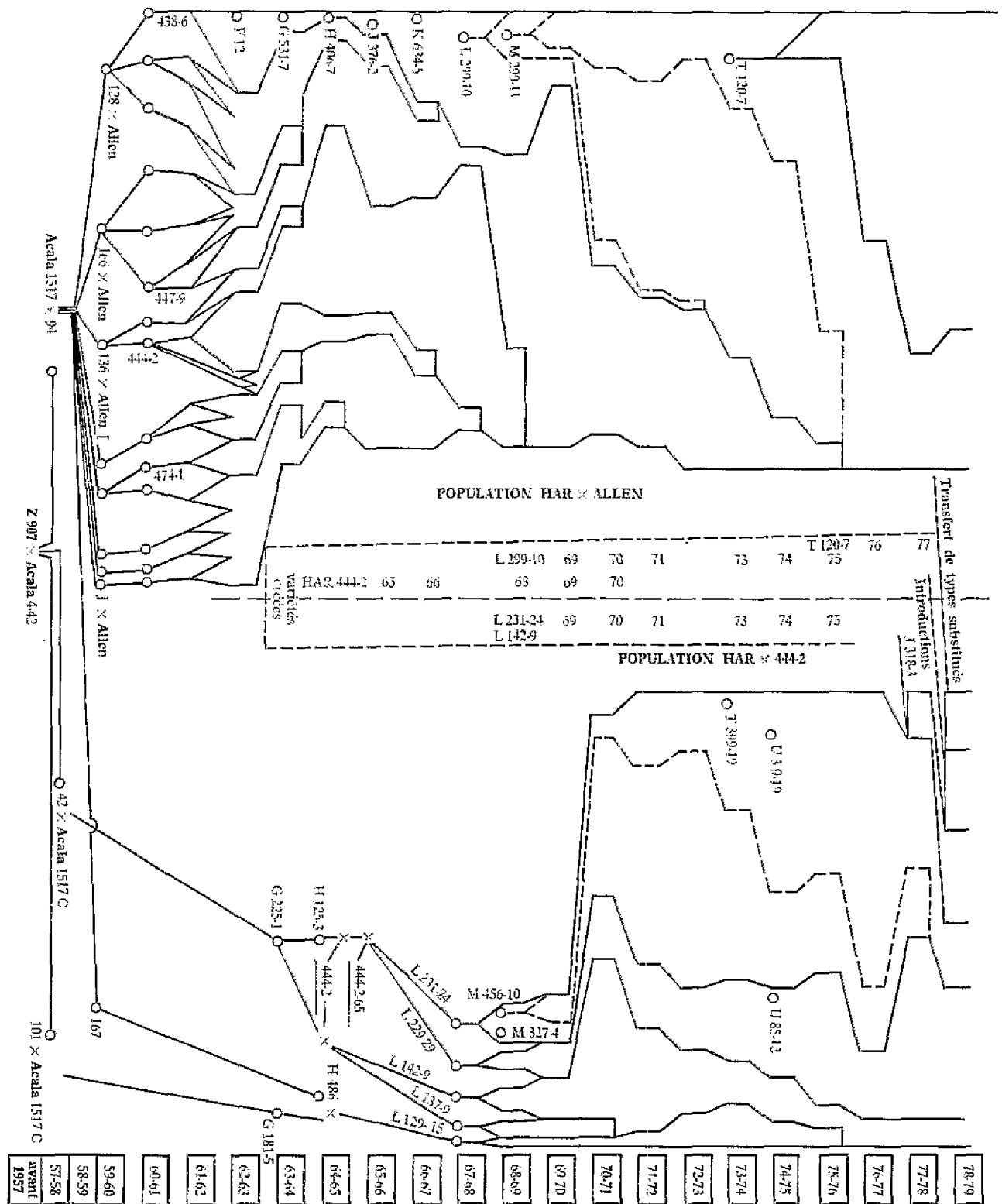


Fig. 2. — Schéma d'évolution de la composition des deux populations en sélection.

obtenues sur la lignée L 299-10 en 1968 : poids capsulaire, seed index et surtout rendement en fibre et indice micronaire supérieurs à la moyenne, association ténacité-allongement intéressante avec, de plus, un bon comportement en micro-filature.

Seule la longueur de fibre, relativement faible au départ, empêche une diffusion immédiate. L'effort exercé sur ce caractère aboutit en deux ans à la création de la variété L 299-10-70, puis aux vagues successives 71 à 74, vulgarisées dans la région Centre de la Côte d'Ivoire, jusqu'au remplacement définitif de 444-2, en 1976.

Le choix, en 1974, de certaines lignées précoces, notamment T 120-7, modifie notablement le comportement de la population, jusqu'alors un peu tardive, et permet une amélioration nette de la productivité (variétés L 299-10-75 et T 120-7 en cours de diffusion).

Les descendants de T 120-7 représentent, en 1978, 75 % du matériel HAR  $\times$  Allen à l'étude, et sont à

la base des variétés les plus récentes, T 120-76 et T 120-77, actuellement en essais de comportement.

## 2. Population HAR $\times$ 444 2

La population HAR  $\times$  444-2, créée en 1967, s'affirme essentiellement pour la forte résistance de la fibre et permet très rapidement la création de variétés concurrentielles de 444-2, notamment L 142-9, diffusée au Cameroun, et L 231-24, cultivée dans la région Nord de la Côte d'Ivoire.

Cependant, ces variétés ne supportent plus, en production, la comparaison avec les produits les plus récents du programme HAR  $\times$  Allen (L 299-10-75 et T 120-7) et leur descendance est sensiblement réduite dans la population à l'étude en 1977, au profit d'un nouveau matériel, découlant notamment de croisements dialèles entre HAR ou entre variétés d'origine diverse.

## 2. ÉVOLUTION DE LA POPULATION EN SÉLECTION

L'étude de l'évolution de la population sur une période de temps suffisamment longue permet de dégager des tendances qui font abstraction des variations annuelles parfois importantes. Il devient alors possible d'apprécier les progrès dus à la sélection.

### A. Évolution des caractères

L'évolution des caractères a été suivie à partir des résultats des essais annuels comparant un bulk des lignées composant la population en sélection aux familles encore représentées et à des témoins commerciaux. On pouvait penser que la comparaison avec des témoins gardés en régime d'autofécondation stricte d'une année sur l'autre permettrait de se référer à des valeurs constantes. Ce n'est malheureusement pas le cas, et leur analyse sur plusieurs années a mis en évidence une dégradation importante de certains caractères. Nous reviendrons sur ce phénomène un peu plus loin.

Pour l'étude pluriannuelle de la population, nous avons considéré les résultats des mélanges de l'année (la valeur d'un caractère pour une année correspond à celle du bulk des lignées issues de la sélection de cette même année). Les courbes d'évolution de dix caractéristiques agronomiques et technologiques et leur droite de régression ont été représentées sur la figure 3. A titre indicatif, les témoins 444-2 et Allen ont été portés sur les graphiques : ceci permet d'apprécier l'influence des variations annuelles et les droites de régression obtenues laissent à penser qu'une certaine instabilité affecte ces variétés, même si les coefficients de corrélation n'apparaissent pas toujours significatifs.

A l'exception de la production, de l'uniformité en longueur et de l'allongement à la rupture dont les valeurs paraissent constantes ou en augmentation très légère, les autres variables manifestent une sensible tendance à la hausse. Pour la plupart des

caractéristiques, l'influence annuelle est bien visible, car témoins et populations varient dans le même sens.

La production semble avoir connu une chute, de 1970 à 1974, du fait de conditions annuelles défavorables, mais sans doute aussi à la suite d'une pression de sélection axée sur les qualités technologiques ; toutefois, les dernières années ont vu une nette progression de ce caractère (due sans doute à l'importance des lignées précoces de la famille T 120-7), d'où une pente positive de la droite de régression.

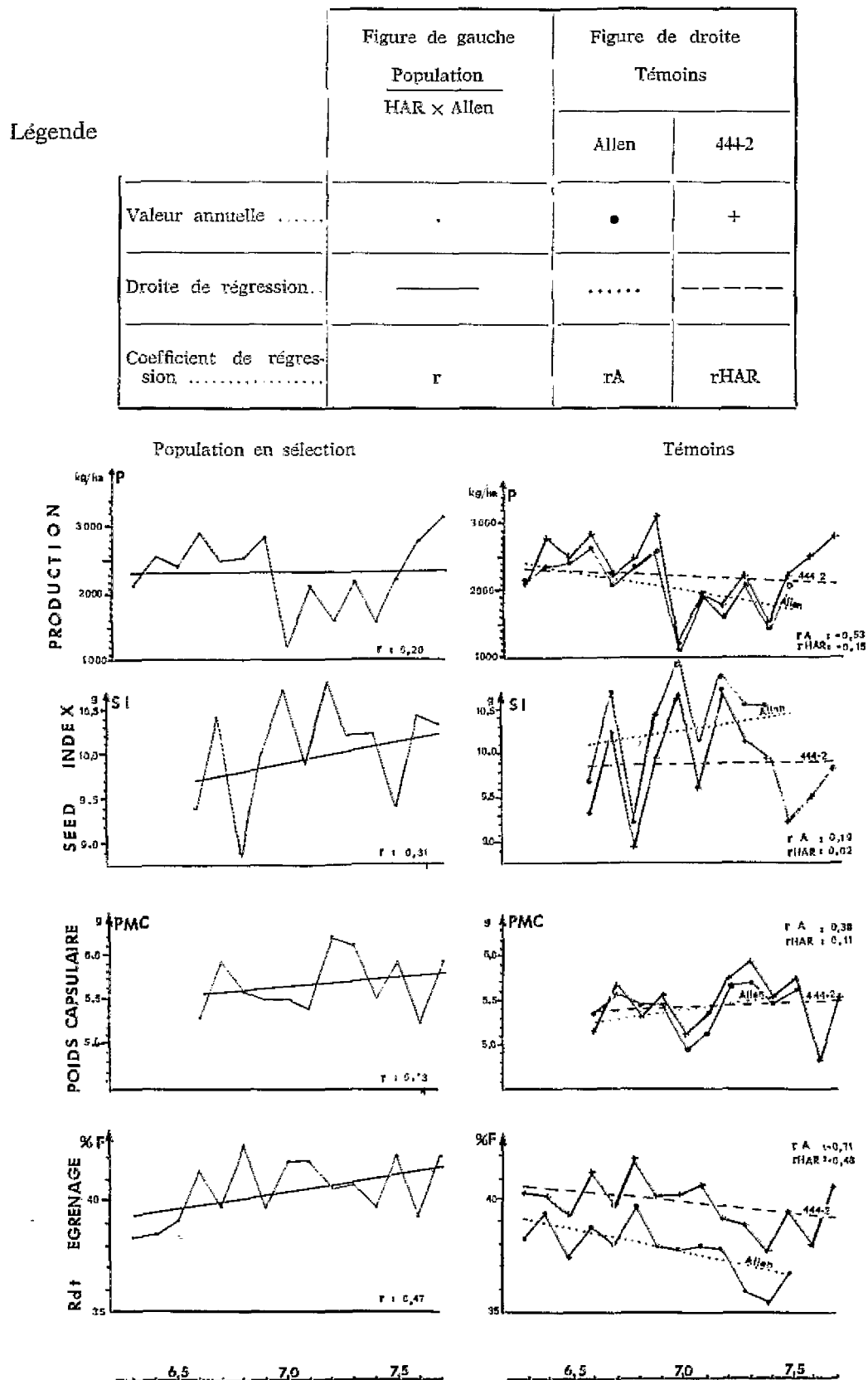
Le seed index manifeste une évolution nettement favorable, que confirme la hausse du poids moyen capsulaire. Le rendement à l'égrenage subit, lui aussi, de fortes variations annuelles, mais les progrès pour ce caractère sont continus.

La longueur de fibre semble évoluer par paliers : les valeurs les plus récentes s'écartent positivement de celles du témoin 444-2, ce qui laisse présager une amélioration de la population dont ne rend pas encore compte la droite de régression. L'uniformité en longueur, sous la dépendance de fortes fluctuations annuelles, oscille néanmoins autour d'une moyenne satisfaisante. Il en est de même pour l'indice micronaire (forte valeur en 1970, mais très faible en 1977), avec toutefois une progression constante. En ce qui concerne la résistance de la fibre (mesurée au Pressley ou au stéломètre) et l'allongement à la rupture, on remarque une forte interaction variétés  $\times$  années. La population manifeste une amélioration certaine de la résistance, sans que l'allongement diminue considérablement, malgré l'intense liaison négative de ces deux caractères.

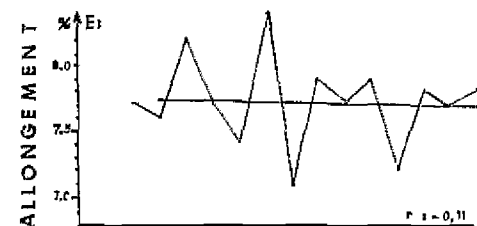
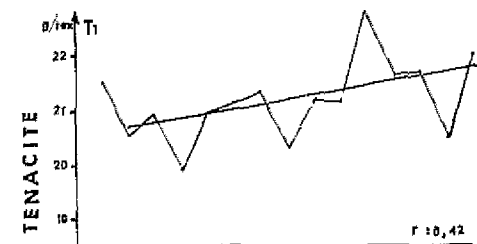
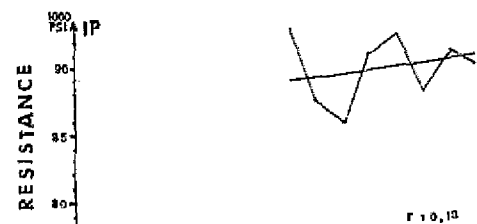
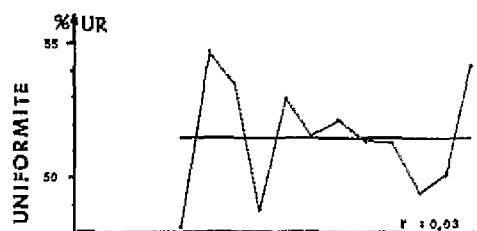
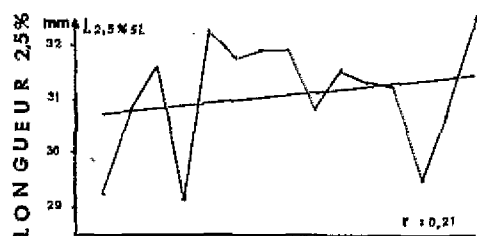
### B. Évolution des corrélations entre caractères

L'étude des liaisons entre seize variables, agronomiques ou technologiques, a été réalisée sur une



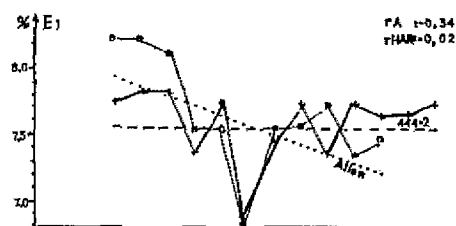
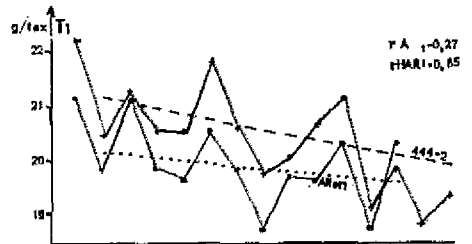
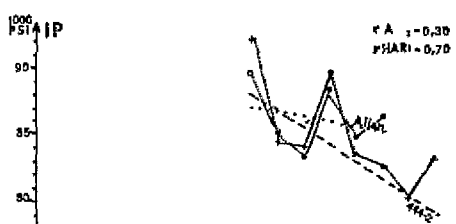
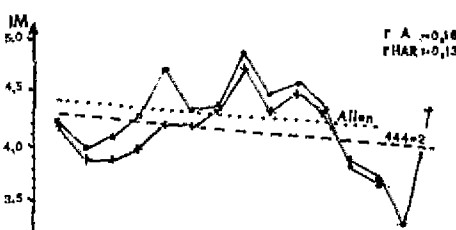
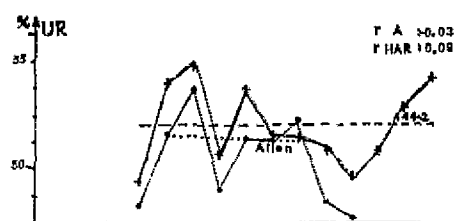
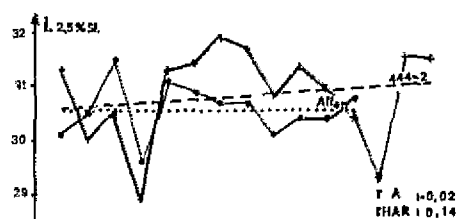
Fig. 3. — Evolution de 1963 à 1977 de dix caractéristiques de la population en sélection HAR  $\times$  Allen.


Population en sélection



6,5 7,0 7,5

Témoins



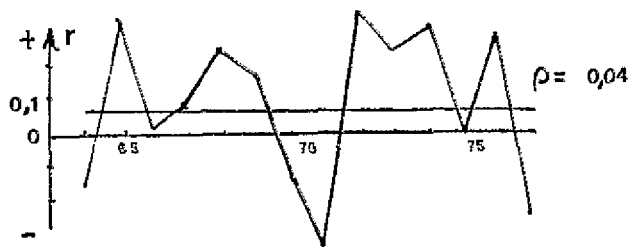
6,5 7,0 7,5

période de quatorze années. Certaines se révèlent toujours hautement significatives, tels : production  $\times$  floraison, production  $\times$  nombre de branches, production  $\times$  nombre de capsules, indice Pressley  $\times$  ténacité au stélomètre, brillance  $\times$  indice de jaune.

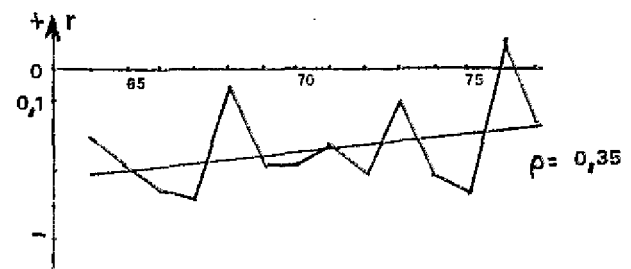
Nous ne présentons sur la figure 4 que les corrélations les plus importantes, d'une part celles qui lient la production à la longueur, à l'indice micronaire, à la ténacité et au rendement à l'égrenage ; d'autre part, celles qui sont connues pour leur liaison négative intense et stable, comme rendement à l'égrenage et longueur, longueur et indice micronaire, ténacité de la fibre et allongement à la rupture.

Les corrélations entre production et rendement en fibre, production et longueur, sont soumises à des fluctuations annuelles importantes. Ces valeurs, positives ou négatives suivant les années, finissent par se compenser et la pente de la droite de régression est voisine de 0.

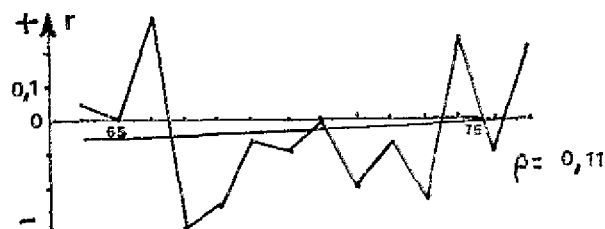
Entre productivité et indice micronaire, une corrélation positive semble s'établir. Par contre, l'association négative entre productivité et ténacité, bien connue chez le cotonnier (MEREDITH et BRIDGE, 1971), est ici mise en évidence ; très élevée durant la période 1971-1974, la création de lignées comme T 120-7, améliorées à la fois pour les deux caractères, l'a ramenée à un niveau plus faible.



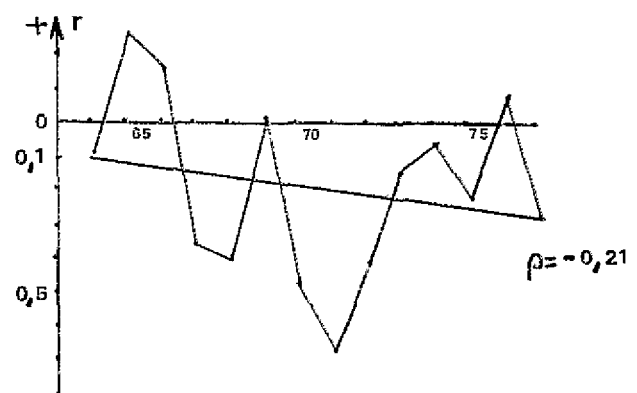
PRODUCTION  $\times$  RENDEMENT EGRENAGE



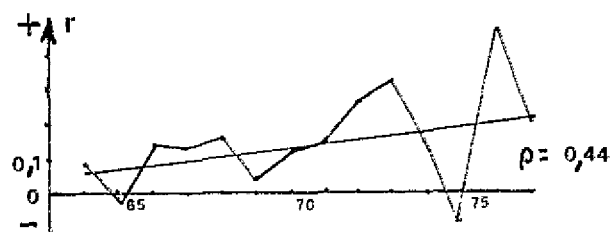
RENDEMENT EGRENAGE  $\times$  LONGUEUR



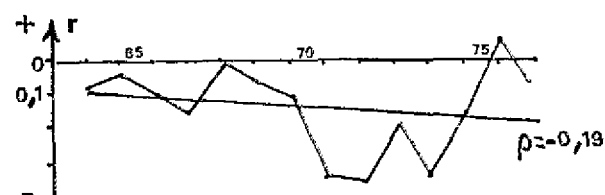
PRODUCTION  $\times$  LONGUEUR



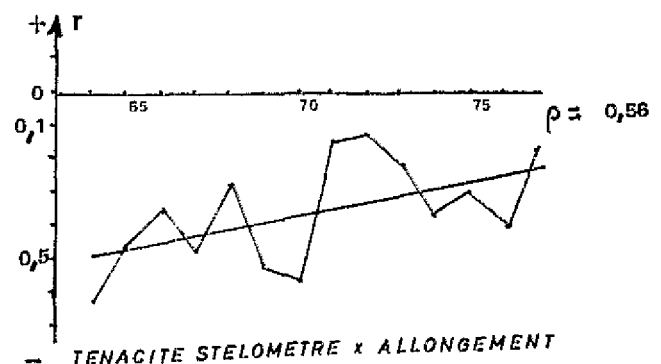
LONGUEUR  $\times$  INDICE MICRONAIRE



PRODUCTION  $\times$  INDICE MICRONAIRE



PRODUCTION  $\times$  TENACITE STELOMETRE



TENACITE STELOMETRE  $\times$  ALLONGEMENT

Fig. 4. — Evolution de 1964 à 1977 des corrélations entre caractères dans la population HAR  $\times$  Allen.  
Légende : r : coefficient de corrélation entre caractères ;  $\rho$  = coefficient de régression des valeurs de r sur 14 ans.



Les corrélations négatives entre rendement à l'égrénage et longueur, ainsi qu'entre ténacité et allongement, en général étroites et difficiles à surmonter, paraissent évoluer favorablement. La liaison négative entre longueur et indice micronaire a connu de fortes fluctuations: en augmentation jusqu'en 1971, son évolution semble ouvrir la voie à une amélioration simultanée de ces deux caractéristiques.

### C. Évolution de la variabilité de la population

L'évolution de la variabilité peut être appréciée par l'étude de l'héritabilité des caractères, calculée par la méthode de COMSTOCK et ROBINSON (1952), fondée sur l'analyse de la variance. L'étude de ce paramètre est suivie depuis dix ans pour les principaux caractères du cotonnier. Il faut toutefois signaler que la variance génétique calculée ici est augmentée des fluctuations dues notamment aux années et aux emplacements différents, conséquence du changement de la composition annuelle de la population. Sur la figure 5 ont été reportées, d'une part, les valeurs des variances génotypiques et phénotypiques, d'autre part, l'évolution de leur rapport. Bien que d'une manière générale, les deux variances diminuent conjointement, leur rapport demeure fonction du caractère considéré.

La production tend vers une héritabilité nulle, mais ce caractère, dont la réalisation reste sous la dépendance de nombreux paramètres (précocité, floraison, nombre de capsules, densité de plantation, etc.), reste un cas particulier pour lequel il est difficile de conclure.

Les autres variables agronomiques (poids moyen capsulaire, seed index et rendement à l'égrénage) voient leur variance diminuer de façon constante,

mais l'héritabilité demeure à un niveau suffisant pour permettre des réponses à la sélection.

Pour les caractéristiques technologiques, une baisse sensible des variances est, là aussi, mise en évidence. Certaines d'entre elles conservent une héritabilité satisfaisante: c'est le cas de la longueur de fibre, de l'indice micronaire, de la ténacité au stélomètre et des paramètres de colorimétrie. Par contre, pour l'uniformité en longueur et l'allongement à la rupture, les héritabilités atteignent des valeurs pratiquement nulles. Ce résultat est particulièrement gênant pour l'allongement, critère pour lequel les lignées actuelles sont d'un niveau jugé un peu faible en Côte d'Ivoire.

Trois remarques peuvent être faites:

1. La difficulté d'apprécier le rendement par la seule étude des lignées dans les parcelles d'observation, d'où la nécessité de recourir à d'autres méthodes, que nous verrons en conclusion.
2. La variabilité encore importante qui subsiste pour la plupart des caractères, bien que la population HAR  $\times$  Allen soit soumise à des pressions de sélection depuis 1960. L'évolution progressive vers une base génétique restreinte n'a pas encore eu comme conséquence une réduction de la variabilité ne permettant plus de progrès génétiques.
3. Les problèmes que posent désormais les caractères à héritabilité nulle, comme l'uniformité et l'allongement. Pour continuer l'amélioration, on peut soit atténuer la pression de sélection sur les caractères qui leur sont liés et où des niveaux satisfaisants sont maintenant atteints, soit s'efforcer de détecter de nouvelles recombinaisons au sein de la population, ou recourir à un matériel nouveau.

## 3. CONSÉQUENCES DE L'ARRÊT DE LA SÉLECTION

Lors de l'étude de la population, il n'a pas été fait état des témoins Allen 333-57 et 444-2. En effet, ces derniers présentent pour certains caractères une évolution sensible avec les années.

### A. Mise en évidence d'une instabilité des caractères

L'évolution du 444-2 et de l'Allen 333-57 pendant 14 ans a déjà été vue en figure 3. L'analyse des droites de régression, calculées pour dix caractéristiques, fait apparaître des modifications parfois importantes. Il y a lieu de noter que la variété Allen, durant toute la période d'étude, a été maintenue en autofécondation. Bien qu'utilisée jusqu'en 1975, les résultats sont parfois insuffisants pour atténuer de considérables fluctuations annuelles. Par ailleurs, la variété 444-2 a continué à subir des pressions de sélection (longueur notamment) jusqu'en 1970, date à partir de laquelle elle a été conservée en autogamie.

Nous avons recherché une confirmation de l'instabilité des variétés commerciales par l'examen des résultats, obtenus sur une période de quinze années,

dans les essais comparatifs réalisés sur toute l'étendue de la zone cotonnière ivoirienne. La figure 6 présente six caractéristiques importantes des principales variétés commerciales testées en expérimentation multilocale, Allen 333-57, 444-2 et L 299-10-70.

Le perfectionnement des techniques culturales semble le facteur prédominant de l'amélioration du rendement enregistré. Il est difficile de mettre en évidence des fluctuations propres à la variété; les importantes variations annuelles rendent cette étude très délicate même si, ces dernières années, on semble approcher le potentiel génétique des variétés.

Le rendement à l'égrénage manifeste une tendance générale à la baisse, concrétisée par les pentes négatives des droites de régression. Les coefficients de corrélation pour Allen et 444-2 sont significatifs à 1 %. Ces résultats sont à rapprocher de ceux constatés lors de l'étude de la population HAR  $\times$  Allen.

Les longueurs se maintiennent au cours de la période étudiée et, ce, pour les trois variétés. Par contre, l'indice micronaire, stable pour L 299-10, chute sensiblement chez Allen et de manière significative pour 444-2.

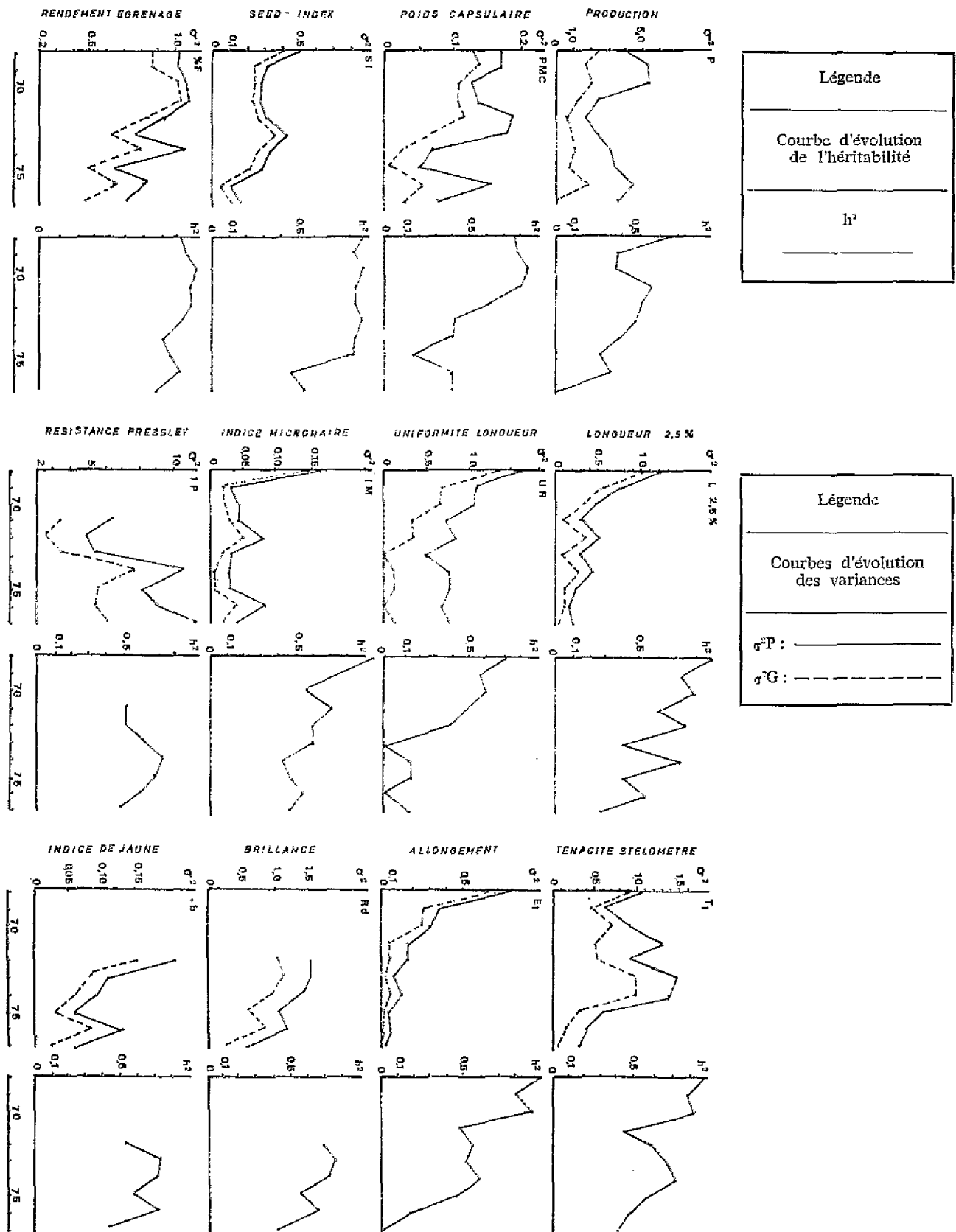


Fig. 5. — Evolution de 1968 à 1977 de la variance phénotypique, de la variance génétique et de l'héritabilité de douze caractères dans la population HAR  $\times$  Allen.

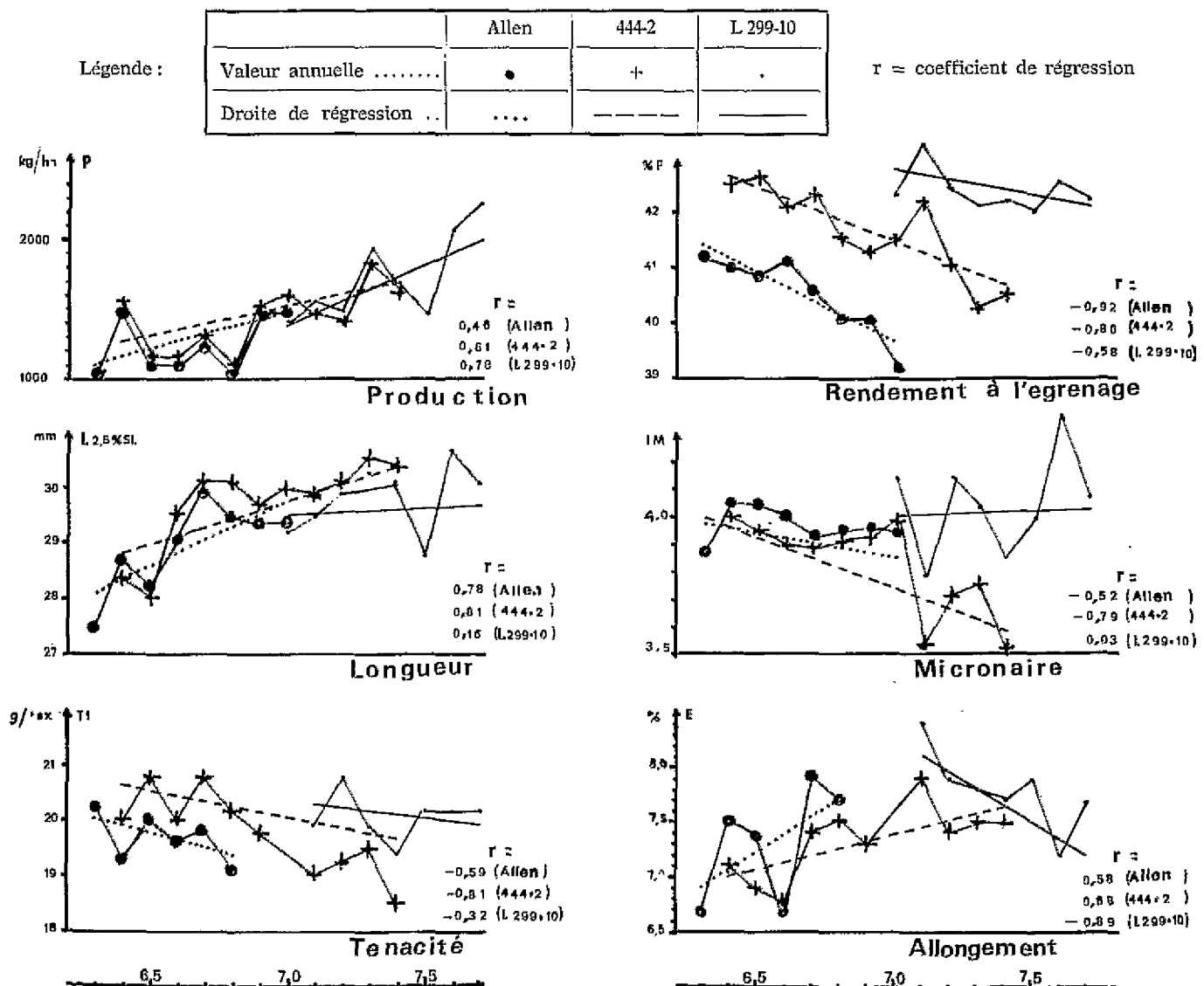


Fig. 6. — Evolution de 1963 à 1967 des caractéristiques des variétés commerciales dans les essais extérieurs.

Pour la ténacité au stélomètre, la baisse générale affecte particulièrement 444-2, à partir de 1971, année où la sélection a été arrêtée sur cette variété. Nous avons constaté un résultat similaire dans l'étude des témoins de la population HAR  $\times$  Allen (figure 3). L'allongement à la rupture montre des résultats contradictoires, avec une évolution positive pour 444-2 et Allen (en liaison possible avec la diminution importante en ténacité), mais négative dans le cas de L 299-10-70.

De cette analyse, il ressort que plusieurs caractères évoluent sensiblement au cours des multiplications successives. Rendement à l'égrenage et ténacité, notamment, montrent une nette dégradation, tant dans l'étude des témoins de la population HAR  $\times$  Allen que dans celle des essais régionaux. Pour les autres critères considérés, les conclusions sont moins évidentes, en particulier avec l'indice micronaire et l'allongement qui se comportent différemment selon la variété.

## B. Causes possibles de l'instabilité

Les graines utilisées pour les tests comparatifs proviennent soit d'autofécondations strictes, soit de populations multipliées dans des conditions d'allopatry négligeables.

L'instabilité des caractères pourrait découler d'un manque d'homozgotie chez les variétés commerciales. Des ségrégations imprévues viendraient alors abaisser le niveau général de la population. Ceci amène à supposer un résidu peut-être important d'hétérozygotie dans le noyau de multiplication. Ce phénomène se conçoit dans le cas de la variété 444-2, issue d'une souche F3 dont la descendance était encore ségrégante. L'instabilité est d'ailleurs moins sensible chez L 299-10, provenant d'une plante F9. Quant à la variété Allen 333-57, elle provient d'une sélection pedigree mais, devant la variabilité constatée, sa descendance a été reprise pour une sélection massale effectuée au Cameroun en 1957.

C'est peut-être la nature allotétraploïde du cotonnier cultivé qui est en partie responsable de la difficulté à stabiliser les caractères. De nombreux gènes sont dupliqués sur les génomes A et D de *G. hirsutum*, ce qui implique l'existence de multiples interactions. Celles-ci se maintiennent beaucoup plus longtemps que chez un diploïde soumis à l'autofécondation (DEMARLY, 1977) et peuvent expliquer que l'homozygotie reste lente à atteindre chez le cotonnier.

Il semble que certains caractères soient parvenus à une plus grande stabilité que d'autres. On peut concevoir que ceux-ci, tels la longueur de fibre, sont plus proches de l'homozygotie que les caractères qui évoluent fortement ou bien que leur déterminisme moins complexe permet une fixation plus rapide. Par contre, il apparaît que les caractères les plus instables, comme le rendement à l'égrenage et la ténacité, conservent une héritabilité encore élevée après plusieurs années de sélection, ce qui indique une forte variabilité. La sélection naturelle pendant les années de multiplication peut utiliser cette variabilité pour favoriser certains génotypes. On peut penser, par exemple, qu'une des raisons essentielles de la baisse du rendement à l'égrenage provient de la moindre production de graines des types à fort pourcentage de fibre.

### C. Conséquences de l'instabilité

La mise en évidence d'une instabilité est un phénomène majeur qui a des implications directes sur les méthodes de sélection et sur la comparaison entre variétés.

En premier lieu, il faut admettre qu'au cours de

la sélection, l'obtention de valeurs convenables pour les caractères ou l'instabilité semble la plus prononcée ne peut être considérée comme un acquit définitif. Une pression de sélection doit être exercée en permanence, pour éviter qu'ils ne se dégradent.

En second lieu, l'instabilité joue sur l'appréciation de l'efficacité de la sélection massale pedigree. Il importe, lors du test des nouvelles lignées, de tenir compte, non seulement de l'écart par rapport aux témoins, mais aussi de l'évolution de cet écart. Le calcul des droites de régression sur une période de temps suffisamment longue pour minimiser l'influence annuelle, permet alors de mieux saisir l'amélioration réelle apportée par la nouvelle variété.

Enfin, cette dégradation des caractères dès la constitution du noyau de multiplication a probablement un impact économique important, puisque la majorité de la production d'un pays résulte des cycles les plus avancés. Par exemple, le rendement à l'égrenage de L 299-10-70 voit sa moyenne générale passer de 42 % en début de multiplication à 40 % en culture généralisée. Ceci avait également été constaté avec la précédente variété 444-2. Il est vrai que des conditions de culture moins favorables, au fur et à mesure de la diffusion de la variété, peuvent aussi venir accentuer le phénomène.

La méthode de sélection massale pedigree qui, chaque année, propose une nouvelle multiplication variétale, permet d'atténuer le problème de l'instabilité des caractères. Le système de production de semences en Côte d'Ivoire assure la diffusion de variétés ayant un maximum de cinq cycles de multiplication à partir du premier noyau fourni par l'I.R.C.T.

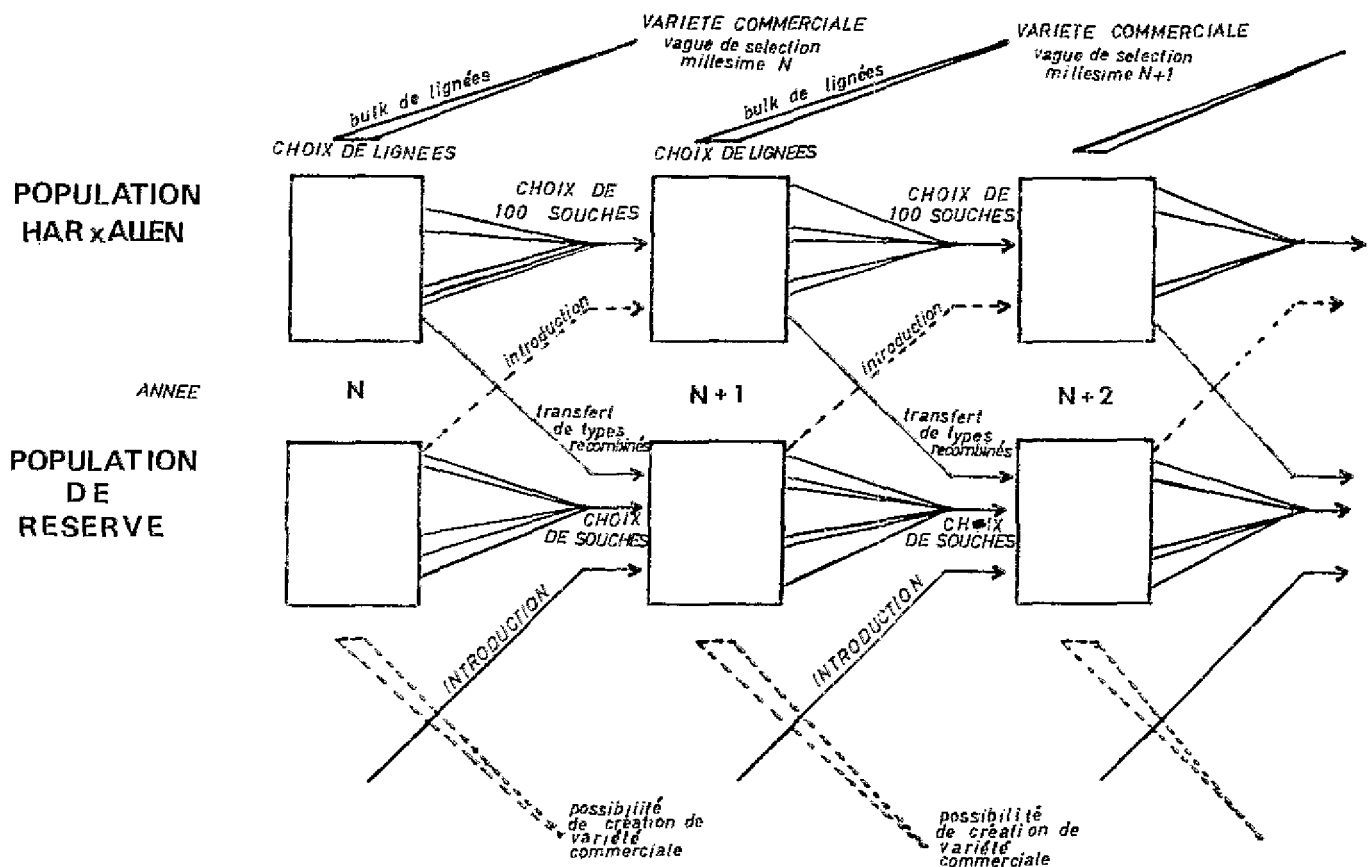


Fig. 7. — Stratégie d'amélioration du cotonnier en Côte d'Ivoire.

## CONCLUSION

Appliquée depuis plusieurs années à un groupe de cotonniers d'origine interspécifique HAR, la méthode de sélection massale pedigree en Côte d'Ivoire a fait progresser, de manière sensible, un certain nombre de caractères de réelle importance ; elle a permis la création de variétés bien adaptées aux conditions de la Côte d'Ivoire et d'autres pays africains.

Au niveau du matériel HAR  $\times$  Allen, actuellement en sélection, certains caractères tels le rendement à l'égrenage, l'indice micronaire, la ténacité et la longueur de fibre, conservent une variabilité importante et sont susceptibles d'évoluer encore favorablement ; d'autres, comme la productivité, l'uniformité en longueur et l'allongement de la fibre, dont la variabilité s'est appauvrie, ne paraissent plus en mesure d'être améliorés par sélection directe. Il est donc nécessaire d'envisager d'autres moyens pour y parvenir.

L'amélioration de la productivité reste évidemment prioritaire. Bien que le potentiel des variétés actuellement diffusées soit satisfaisant dans de bonnes conditions de culture, l'écart important entre les rendements des essais et la production moyenne obtenue en conditions paysannes reste préoccupant.

Il est indéniable que les raisons phytosanitaires et agronomiques sont primordiales, mais les interactions avec le facteur génétique sont nombreuses : comportement différent des variétés vis-à-vis des prédateurs et des maladies, importance du port de la plante pour les traitements phytosanitaires, couverture du sol, précocité, etc.

Du point de vue de la résistance aux parasites de la capsule, le matériel HAR se comporte mieux que certaines variétés importées (FOLLIN et GOEBEL, 1973), mais à l'intérieur même de la population à l'étude, il semble exister des différences importantes, dont ne rend apparemment pas compte la seule analyse du rendement brut à l'hectare, aux écartements adoptés en sélection. D'autres moyens ont été mis en œuvre récemment :

- Des relevés précis au niveau des lignées sur les composants de la productivité : résistance naturelle aux parasites et aux maladies, nombre, répartition et poids des capsules (SCHWENDIMAN *et al.*, 1975) ; précocité des plants.
- Une exploitation plus approfondie des tests variétaux (type micro-essais), cette fois en condition de

densité réelle de culture, par des observations systématiques sur le shedding physiologique et parasitaire, affectant notamment les capsules de la base du cotonnier.

La population HAR  $\times$  Allen, cependant, se caractérise par un port relativement élevé, et cette morphologie peut, dans certains cas, faire obstacle à une bonne couverture phytosanitaire.

Cette raison, entre autres, nous a amenés à créer une variabilité nouvelle à partir des croisements les plus divers faisant appel à des variétés de port et de caractéristiques très différentes (diallele entre HAR ou d'origine diverse). Les meilleures descendance de ces croisements sont progressivement intégrées, pour observation, dans un essai comparatif de lignées, pour constituer, en définitive, une population dite de réserve.

Son rôle ne doit pas rester limité au seul aspect de l'amélioration de la productivité. Les lignées qui la composent, amenées pour certains caractères à un niveau comparable à celui des lignées de la population principale, doivent être à même de pallier les pertes de variabilité d'autres caractères, tels l'allongement et l'uniformité de la fibre.

Cette population de réserve peut, suivant l'orientation recherchée, fournir des génotypes pour la population principale, ou bien servir directement de base à la création d'une nouvelle variété. Cette stratégie d'amélioration a été schématisée à la figure 7.

Enfin, il n'a pas été fait mention, au cours de cette étude, de certains caractères de grande importance dont la prise en compte n'a débuté que ces dernières années ; il s'agit principalement de la nepposité du fil qu'il nous est possible maintenant de suivre au niveau des lignées et même des plantes, grâce à la mise en place d'une unité de microfilature. Interviennent également les caractéristiques de la graine, dont l'intérêt économique ne cesse de s'accroître : teneurs en huile et en protéines.

Pour ces caractères et dans l'éventualité d'orientations nouvelles, on peut espérer que l'absence de sélection jusqu'alors, a laissé intacte la variabilité d'origine et que la méthode de sélection massale pedigree, dont l'efficacité s'est révélée pour certains caractères, offrira, là aussi, les mêmes perspectives d'amélioration.

## BIBLIOGRAPHIE

1. COMSTOCK R.E. et H.F. ROBINSON, 1952. — Genetic parameters, their estimation and significance, *Sixth Int. Grassland*, 284-291.
2. DEMARLY Y., 1977. — Génétique et amélioration des plantes, *Masson éd.*
3. FOLLIN J.-C. et S. GOEBEL, 1973. — Les pourritures de capsules du cotonnier en culture irriguée, en Côte d'Ivoire. *Cot. Fib. trop.*, 28, 401-407.
4. GOEBEL S., 1966 à 1976. — Rapports annuels de la section de phytotechnie. *Documents I.R.C.T. ronéo-typés*.
5. GOEBEL S., 1968. — Travaux de sélection effectués sur les triples hybrides d'origine interspécifique HAR et ATH en Côte d'Ivoire (Journées d'étude de l'amélioration du cotonnier, Bouaké, 1966). *Cot. Fib. trop.*, 23, 211-218.



6. HARLAND S.-C., 1949. — Methods and results of selection experiments with Peruvian Tanguis cotton. *Emp. Cot. Grow. Rev.* Part 1: 26, 3, 163-174; Part 2: 26, 4, 247-255.
7. KAMMACHER P., 1963. — Etude des relations génétiques et caryologiques entre génomes voisins du genre *Gossypium*. *Thèse Doct. ès sciences, Orsay*, 1-133.
8. LEFORT P.-L. et J. SCHWENDIMAN, 1974. — Etude d'un matériel d'origine triple hybride, *Gossypium hirsutum* × *G. arboreum* × *G. raimondii*. *Cot. Fib. trop.*, 29, 307-318.
9. MREDITH W.-R. et R.-R. BRIDGE, 1971. — Break-up of linkage blocks in cotton *Gossypium hirsutum* L. *Crop Sci.*, 11, 695-698.
10. SCHWENDIMAN J., S. GOEBEL et P. KAMMACHER, 1975. — Utilisation des coefficients de piste pour la détermination des composants de la productivité dans un matériel dérivant d'un triple hybride de cotonnier *Gossypium hirsutum* × *G. arboreum* × *G. raimondii*. *Cot. Fib. trop.*, 30, 277-281.

## SUMMARY

The material that served as a starting point for the improvement of the cotton plant in Ivory Coast was derived from a triple hybrid *G. hirsutum* × *G. arboreum* × *G. raimondii* (initials HAR). The present paper deals with the method known as mass pedigree selection which has been used with the HAR progenies since 1960. The practical aspects of this are described as also the conditions which ensure its effectiveness (maintenance of variability, methods of choosing strains). Two populations were observed concurrently: the first, HAR × Allen was the basis of the varieties 444-2, L299-10 and T120-7, and the second, HAR444-2 enabled the varieties L231-24 and L142-9 to be created.

All these varieties have been distributed in Ivory Coast and other African countries. The development of populations was followed over a period of fifteen years for the principal agronomic and technological characters, as well as the correlation which link them.

This study revealed tendencies, leaving the sometimes large annual variations aside, and enabled the actual improvement obtain by selection to be evaluated. The development of variability, estimated by annually calculating the heritability, showed that it is still sufficient for most of the characters, with the exception of uniformity of length and fibre elongation.

The utilization of the varieties Allen333-57, 444-2 and L299-10 showed that they undergo deterioration during successive generations as regards, for example, ginning outturn and fibre strength. The possible causes of this occurrence and its implications in connection with the evaluation of the efficiency of the selection method are discussed. The possibilities of creating new varieties are examined. Henceforth, more sophisticated methods must be used, in particular for increasing productivity. To compensate for some losses in variability and meet requirements of new programme orientations, a reserve population has just been created.

## RESUMEN

El material que ha servido de iniciación para el mejoramiento del algodón en la Costa de Marfil, tiene por signo un triple híbrido *G. hirsutum* × *G. arboreum* × *G. raimondii* (de sigla HAR). El artículo trata del método denominado selección « mass pedigree » empleado desde 1960 con los descendientes HAR. Se describe su realización práctica, así como las condiciones que deben garantizar su eficacia (mantenimiento de la variabilidad, modalidades de la selección de la matriz). Se observaron simultáneamente dos poblaciones: una HAR × Allen que constituye la base de las variedades 444-2, L299-10 y T120-7, y la otra HAR × 444-2 que ha permitido la creación de L231-24 y L142-9.

Todas estas variedades han sido difundidas en la Costa de Marfil o en otros países africanos. La evolución de la poblaciones ha sido controlada durante quince años en cuanto se refiere a los principales caracteres agronómicos y tecnológicos, así como para las correlaciones que las vinculan.

Este estudio despeja tendencias que hacen abstrac-

ción de variaciones anuales, a menudo importantes, y permite apreciar el mejoramiento real debido a la selección. La variación de la variabilidad, estimada por el cálculo anual de la heretabilidad, muestra que es todavía suficiente para la mayoría de los caracteres, exceptuando la uniformidad en longitud y alargamiento de la fibra.

El uso como testigos de referencia de las variedades Allen333-57 y L299-10, evidencia que soportan durante las generaciones sucesivas una degradación de ciertos caracteres, tales como rendimiento al desmote y tenacidad. Las causas posibles de este fenómeno y sus implicaciones, tanto económicas como con respecto a la eficacia del método de selección, son discutidas. Se examinan las posibilidades de nuevas creaciones varietales: en adelante, es preciso recurrir a métodos más elaborados, en particular, para mejorar la productividad. Para subsanar ciertas pérdidas de variabilidad o responder a nuevas orientaciones de los programas, se acaba de constituir una población de reserva.